



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 44 32 686.6
22 Anmeldetag: 14. 9. 94
43 Offenlegungstag: 23. 5. 96

DE 44 32 686 A 1

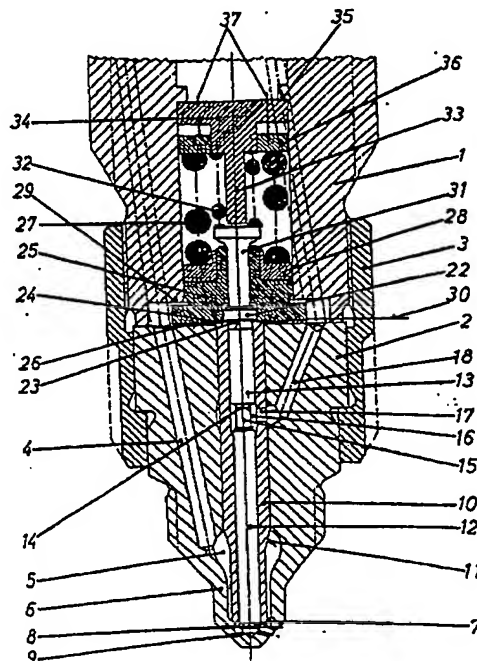
71 Anmelder:
MAN B & W Diesel AG, 88153 Augsburg, DE

72 Erfinder:
Lindner, Horst, Dipl.-Ing., 86850 Fischbach, DE;
Maier, Ludwig, Dipl.-Ing. (FH), 86920 Diedorf, DE;
Dolenc, Anton, Dipl.-Ing., Wien, AT

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Querschnittgesteuerte Einspritzdüse

57 In einer Kraftstoffeinspritzdüse ist eine Hohlneedle (10) und eine in deren Innerem geführte Innennadel (12) angeordnet, welche beide mit konischen Sitzflächen (7) in einer Düsenkuppe (6) des Düsenkörpers (2) zusammenwirken, wobei der Hohlneedle (10) und der Innennadel (12) je eine Anzahl von Spritzbohrungen (8, 9; 8', 9') zugeordnet sind, und wobei in der Düse (1, 2) eine Steuervorrichtung vorgesehen ist. Um eine Anpassung der Spritzbohrungsquerschnitte an alle Betriebszustände zu ermöglichen, ist in der Hohlneedle (10) über der Innennadel (12) ein Steuerkolben (13) vorgesehen, der eine mit dem oberen Ende der Innennadel (12) zusammenwirkende Anschlagfläche (14) und eine mit der Hohlneedle (10) zusammenwirkende erste Anschlagschulter (23) aufweist, wobei in der Hohlneedle (10) in der Umgebung der Anschlagfläche (14) eine mit einer Steuerflüssigkeit variablen Druckes beaufschlagte Kammer (16) ausgebildet und die Innennadel (12) nahe dem Übergang zum konischen Ende (45) mit einer sehr schmalen Druckschulter (46) versehen ist. Zwischen der ersten Anschlagschulter (23) und dem oberen Rand (24) der Hohlneedle (10) ist ein kleines Spiel (30) belassen, wenn Hohlneedle (10), Innennadel (12) und Steuerkolben (13) sich in Ruhestellung befinden.



DE 44 32 686 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzdüse für Brennkraftmaschinen mit einem Düsenkörper, in dem je eine von einer Schließfeder belastete Hohl- und eine in deren Innerem geführte Innennadel angeordnet sind, welche beide mit konischen Sitzflächen des Düsenkörpers zusammenwirken, wobei der Hohl- und die Innennadel je eine Anzahl von Spritzbohrungen zugeordnet sind, und wobei im Düsenkörper eine Steuervorrichtung vorgesehen ist, die unabhängig vom momentanen Einspritzdruck, aber in Abhängigkeit von der Lage des Betriebspunktes im Motorkennfeld den Bewegungsablauf der Düsenadeln beeinflusst.

Eine derartige Einspritzdüse ist aus der DE-PS 27 11 393 bekannt. Sie ist jedoch nur hinsichtlich Vor- und Haupteinspritzung steuerbar; mit anderen Worten: Beide Nadeln werden bei jeder Einspritzung der Reihe nach geöffnet. Bei dieser ist eine sehr lange Innennadel mit einem über der Schließfeder für die Hohl-nadel angeordneten Steuerkolben in axialer Richtung formschlüssig gekoppelt, wobei an dem Steuerkolben eine weitere Schließfeder angreift. Der Raum unter dem Steuerkolben ist mit einer Quelle geregelten Druckes verbunden, der entgegen der Schließrichtung auf den Steuerkolben und in Schließrichtung auf die Innennadel und die Hohl-nadel wirkt. Bei Zunahme des Steuerdruckes nimmt der Öffnungsdruck der Innennadel ab. Dadurch öffnet die Innennadel bei Wegfall des Steuerdruckes, etwa bei Defekt des Steuersystemes oder bei plötzlicher Laständerung, zu spät oder gar nicht. Die Folge davon ist, daß der Druck in der Düse so stark ansteigt, daß diese zerstört werden kann.

Außerdem nachteilig ist an dieser Anordnung, daß die Steuerung durch Verstellung der Federvorspannung erfolgt, was eine große Steuerflüssigkeitsmenge mit hohem Druck erfordert und die Umsteuerzeit verlängert. Weiterhin ist die Bauhöhe einer solchen Düse durch die Federanordnung und die lange Innennadel erheblich und der Einbau in eine Pumpendüse nicht möglich. Der obere Anschlag für die Innennadel schließlich ist durch die lange Innennadel sehr weit entfernt und seine Lage ist wegen der langen Toleranzkette nicht genau definierbar.

Eine weitere derartige Einspritzdüse ist aus der DE-OS 41 15 457 bekannt. Bei dieser stützt sich die Innennadel über eine zweite Schließfeder an der Hohl-nadel oder an einem mit dieser zusammenwirkenden Anschlag ab. Die Verstellvorrichtung wirkt auf einen Anschlag, der den Hub einer der beiden Nadeln begrenzt. Die Innennadel weist einen Absatz auf, der mit Spiel mit einer Schulter der Hohl-nadel zusammenwirkt.

Durch den Ansatz wird die Innennadel hart und zwangsläufig nach einem bestimmten Weg der Hohl-
nadel mitgerissen. Durch das Spiel zwischen Absatz und 55
Schulter ist der Hub der Hohl- nadel ohne Mitnahme der
Innennadel begrenzt. Diese Zwangsläufe schränken die
Verstellmöglichkeiten ein, vor allem wenn nebst dem
Spritzquerschnitt auch die Strahlform beeinflusst werden
soll, wodurch eine Anpassung an die Erfordernisse 60
des ganzen Motorkennfeldes nicht möglich ist.

Weitere, bei Düsen für höchste Einspritzdrücke vorkommende, dynamische und hydrodynamische Probleme werden durch die Bauart mit zwei konzentrischen Düsenadeln noch größer und erfordern daher zusätzliche Maßnahmen. Hohe Einspritzdrücke bedeuten starke Schließfedern. Diese erzeugen durch das Zusammenbrechen des Einspritzdruckes bei Förderende harte me-

tallische Schläge beim Schließen, was die Lebensdauer beeinträchtigt. Besonders schädlich ist es bei Hohlzählrohren mit ihrer relativ geringen Aufstandsfläche, ungedämpft auf dem Sitz aufzuschlagen. Durch die geringe Aufstandsfläche ist die Dämpfung durch den darunter befindlichen Brennstoff nur sehr gering. Aber auch die Dämpfung durch den zwischen den aufeinanderschlagenden Flächen befindlichen Brennstoff verursacht Probleme.

10 Beim Aufschlag von Düsennadeln auf ihrem Sitz ent-
steht eine Quetschströmung, deren Geschwindigkeit mit
Annäherung der beiden Sitzflächen explosionsartig zu-
nimmt. In deren Nachlauf entsteht ein Unterdruck, der
zu ausgeprägter Kavitation führt. Bei Reflexion kann
15 sich dieser Effekt sogar wiederholen. Wenn die Kavi-
tation dann auch noch an Flächen nagt, deren Größe den
Öffnungs- oder Schließdruck bestimmt, geht zusätzlich
zum Verschleiß frühzeitig die Funktionsgenauigkeit der
Düse verloren.

20 Funktionsgenauigkeit und deren Aufrechterhaltung
über die gesamte Lebensdauer einer Düse ist aber im
Hinblick auf Schadstoffemissionen von größter Bedeu-
tung. Die Minimierung der Emission, vor allem von Part-
25 tikel und Kohlenwasserstoffen, in allen Betriebszustän-
den ist das vorrangige Entwicklungsziel der heutigen
Diseleinspritztechnik. Nach den zukünftigen Emis-
sionsvorschriften werden Grenzwerte auch noch nach
einer bestimmten Lebensdauer einzuhalten sein. Mit
voller Geschwindigkeit angefahrene verstellbare An-
30 schläge, Kavitation und lange Toleranzketten beein-
trächtigen die Funktionsgenauigkeit, besonders nach ei-
ner gewissen Betriebszeit.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Einspritzdüse zu schaffen, die eine Anpassung des zeitlichen Verlaufes der Spritzbohrungsquerschnitte an alle Betriebszustände und damit die genaueste Steuerung von Einspritzverlauf und Strahlform gestattet, wobei höchste und dauerhafte Funktionsgenauigkeit mit möglichst geringem konstruktivem Aufwand zu erzielen sind.

Erfindungsgemäß wird das durch das Zusammenwirken der im ersten Anspruch angeführten kennzeichnenden Merkmale erreicht.

Dadurch, daß in der Hohl-nadel über der Innennadel ein Steuerkolben vorgesehen ist, der eine mit dem oberen Ende der Innennadel zusammenwirkende erste Anschlagfläche und eine mit der Hohl-nadel zusammenwirkende zweite Anschlagfläche aufweist, wird zunächst einmal ein sehr kompaktes Ensemble mit kleinen Abmessungen, geringen Massen und kleinen bewegungsrelevanten Toleranzen geschaffen. Wenn die Hohl-nadel geöffnet ist, wird zwar der zeitweise als Anschlag wirkende Steuerkolben, nicht aber die Ventilenadel selbst durch die zweite Anschlagfläche zwangsläufig mitgenommen; die Innennadel wird dann nur durch den variablen Steuerdruck niedergehalten, der in der den ersten Anschlag umgebenden Kammer herrscht. Mit dem Druck in dieser Kammer wird die auf die Ventilenadel wirkende Schließkraft eingestellt. Außerdem wirkt die in der Kammer befindliche Steuerflüssigkeit dämpfend. Im Zusammenwirken mit der sehr schmalen Druckschulter am Übergang zwischen dem konischen Ende und dem zylindrischen Teil wird erreicht, daß ein sehr geringer Steuerdruck (größenordnungsmäßig weniger als ein Zehntel des Einspritzdruckes) ausreicht. Das verbessert die Regelgüte, verringert die Steuerflüssigkeitsleckmenge und ermöglicht eine einfache Zufuhr des Steuermediums zur Düse. Das ist bei Einspritzdüsen für

mit Schweröl betriebene große bis sehr große Motoren mit flachem Brennraum auch ein besonderer wirtschaftlicher Vorteil.

Der Nutzen für die Regelgüte besteht nicht nur in den geringeren Kräften und deren leichter Steuerbarkeit in einem weiteren Bereich, sondern auch darin, daß die Innennadel auch dann öffnen kann, wenn der Druck in der Kammer etwa noch für kleine Last hoch ist, aber die Einspritzpumpe bereits auf volle Leistung und somit höchsten Einspritzdruck gestellt ist. Dadurch ist keine Zerstörung der Düse zu fürchten und die Parameter der Steuerung können für höchste Genauigkeit gewählt werden. Die sehr schmale Druckschulter am Übergang zwischen konischem Ende und zylindrischem Teil der Innennadel stellt letzten Endes auch einen wirksamen Schutz der Düse bei Versagen der Steuerung dar.

Dadurch, daß die mit der Steuerflüssigkeit beaufschlagte Kammer in der Hohnadel in der Höhe der ersten Anschlagfläche ausgebildet ist, haben weder die Bewegungen von Hohnadel und Innennadel noch die Pulsationen des Einspritzdruckverlaufes eine nennenswerte Rückwirkung auf den Druck in der Kammer, vor allem bei niederem Steuerdruck, also großer Last. Auch das wirkt sich vorteilhaft auf das Steuerverhalten aus.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist der Steuerkolben einen Kopf größeren Durchmesser auf, dessen Unterseite die zweite Anschlagfläche bildet, die mit dem oberen Rand der Hohnadel zusammenwirkt, wobei an dem Kopf von oben eine zweite Schließfeder angreift (Anspruch 2). Das hat konstruktive Vorteile hinsichtlich der Bauhöhe und gestattet wegen der kurzen Toleranzkette eine besonders genaue Einstellung der Anschläge.

In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung besteht zwischen der zweiten Anschlagfläche und dem oberen Rand der Hohnadel ein kleines Spiel, wenn Hohnadel, Innennadel und Steuerkolben sich in Ruhestellung befinden (Anspruch 3). Die Wirkung des Spieles ist eine zweifache: Beim Öffnen der Hohnadel genügt zuerst die Kraft auf die schmale Druckschulter der Hohnadel, um die Kraft der Schließfeder zu überwinden. Wenn das Spiel aufgebraucht ist, wirkt der Einspritzdruck auch auf die untere Kegelstumpffläche der Hohnadel, dann aber auch entgegen der zweiten Schließfeder. Durch die geringere Kraft der beim Öffnen zuerst allein wirkenden Schließfeder der Hohnadel ist aber auch der metallische Schlag beim Schließen abgeschwächt.

Weiterhin wirkt das Spiel der Ausbildung von Kavitation, besonders an der Innennadel, entgegen. Es sichert bei entsprechend ausgelegten Federn einen genau definierten Schließverlauf, wobei immer zuerst die Innennadel schließt. Dabei ist die Quetschströmung aus dem Sitz der Innennadel in die Sitzzone der Hohnadel gerichtet, wenn diese noch nicht ganz geschlossen ist. Das verzögert diese Quetschströmung, und gegebenenfalls auch eine durch Reflexion entstehende Rückströmung, so stark, daß in deren Nachlauf keine Kavitation mehr auftritt.

Im Rahmen der Erfindung können die Spritzbohrungen sehr verschieden bemessen und angeordnet sein. Wesentlich ist, daß in allen Betriebspunkten Anzahl und Querschnitt der freigelegten Spritzbohrungen die erforderliche Menge durchlassen und die erwünschte Strahlform erzeugen. So wird beispielsweise im Leerlauf und bei Teillast nur die Hohnadel geöffnet, die Innennadel bleibt sitzen, bei hoher Last bis Vollast beide Nadeln, wobei der Öffnungsdruck der Innennadel vom Steuer-

druck abhängt. Dabei kann durch die erfindungsgemäß geschaffene hydraulische Steuerung der Zeitablauf jeder Einspritzung genau und reproduzierbar eingestellt werden. Dadurch ist die Erfindung auch für Motoren aller Brennraumformen und Größen, vom großen Motor mit flachem Brennraum bis zum schnellaufenden Motor mit Brennraummulde im Kolben, bestens geeignet.

In einer für Motoren mit flachem Brennraum großen Durchmessers bevorzugten Ausführungsform ist der Querschnitt der der Hohnadel zugeordneten Spritzbohrungen kleiner als der der Innennadel zugeordneten Spritzbohrungen und die der Hohnadel zugeordneten Spritzbohrungen gehen von einem Ringraum zwischen dem Sitz von Hohnadel und Innennadel aus (Anspruch 4). Wegen des Zylinderdurchmessers und der deshalb erforderlichen Reichweite der Spritzstrahlen sind bei solchen Motoren sitzgebohrte Spritzbohrungen unüblich. Die der Hohnadel zugeordneten Spritzbohrungen sind vom Druckraum her mit geringen Druckverlusten erreichbar, was eine bessere Anströmung der oberen Spritzbohrungen und eine größere Reichweite der Einspritzstrahlen bei für diese Brennraumform ausreichender Zerstäubung gestattet. Bis zu den der Innennadel zugeordneten Spritzbohrungen ist der Weg länger und daher sind die Drosselverluste größer, was durch die größeren Spritzbohrungen kompensiert werden kann. Außerdem werden diese ja nur bei hoher Last freigegeben. Sonst sind sie geschlossen, dadurch können an ihnen keine Verkokungen auftreten. Schließlich trägt der Ringraum mit der verminderten Anzahl in den Verbrennungsraum offener Bohrungen auch noch zur Aufschlagdämpfung der Hohnadel bei.

In einer für Motoren mit Brennraummulde im Kolben vorteilhaften Ausführungsform sind die der Hohnadel zugeordneten Spritzbohrungen sitzgebohrt und die Schließfedern so bemessen, daß die Hohnadel in der Stellung, in der das Spiel aufgebraucht ist, innehält (Anspruch 5). So kann im Zusammenwirken mit dem Spiel gemäß Anspruch 3 durch Dimensionierung der Federn die Einspritzung aus den der Hohnadel zugeordneten Bohrungen moduliert werden, wie es etwa im EP-Patent 413 173 beschrieben ist. Solange das Spiel reicht, wird die Hohnadel nur gegen die Kraft der eigenen Schließfeder angehoben. Durch den geringen Abstand der konischen Dichtflächen entstehen in dieser ersten Hubphase extrem stark zerstäubte und aufgefächerte Einspritzstrahlen. Erst bei weiterem Ansteigen des Einspritzdruckes hebt sich die Hohnadel weiter, gegen die Kraft beider Schließfedern, das ist die zweite Hubphase. Daran kann dann bei hoher Last und gesteuert durch den Steuerdruck das Öffnen der Innennadel anschließen.

Die Verteilung der Spritzbohrungen auf zwei Ebenen hat bei modulierter Einspritzung noch den zusätzlichen Vorteil, daß weniger Spritzbohrungen über den Umfang verteilt sind, wodurch die buschigen Strahlen der ersten Hubphase einander nicht überschneiden können, was zu erhöhten Kohlenwasserstoffemissionen führen würde.

In weiterer Verfeinerung der Erfindung kann der Anschlag, an dem sich die Schließfeder der Hohnadel im Düsenkörper abstützt, noch verstellbar ausgeführt sein (Anspruch 6). Durch diese Verstellmöglichkeit kann beim Zusammenbau der Düse eine Eichung vorgenommen werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben und erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemä-

Be Düse in geschlossener Stellung,

Fig. 2 Detail A der Fig. 1, vergrößert in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 3 Detail A der Fig. 1, vergrößert in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4 Wie Fig. 1, jedoch in einer ersten Arbeitsstellung,

Fig. 5 Wie Fig. 1, jedoch in einer zweiten Arbeitsstellung,

Fig. 6 Wie Fig. 1, jedoch in einer dritten Arbeitsstellung.

Die in Fig. 1 teilweise dargestellte Einspritzdüse, sie könnte auch Teil einer Pumpendüse sein, ist der Düsenhalter mit 1 und der Düsenkörper mit 2 bezeichnet, beide werden von einer Überwurfmutter 3 zusammengehalten. Im Düsenkörper 2 führt eine Bohrung als Hochdruckleitung 4 zu einem Druckraum 5. Durch die Hochdruckleitung 4 wird der Brennstoff von einer nicht dargestellten Einspritzpumpe aus zugeführt. Der unterste Teil des Düsenkörpers 2 bildet eine Düsenkuppe 6, in deren Innerem ein oder mehrere Sitzkegel 7 vorgesehen sind. Von diesem gehen obere Spritzbohrungen 8 und untere Spritzbohrungen 9, in Fig. 1 nur durch deren Mittellinien dargestellt, aus.

Im Inneren des Düsenkörpers 2 ist eine Hohl-nadel 10 axial beweglich und dicht geführt. Die Hohl-nadel 10 ist im Druckraum mit einer Druckschulter 11 versehen, an der der Einspritzdruck angreift. Im Inneren der Hohl-nadel 10 ist eine Innennadel 12 dichtend und längsverschieblich geführt, über ihr ein Steuerkolben 13, der aus Fertigungsgründen den gleichen Durchmesser aufweisen kann. Am unteren Ende des Steuerkolbens 13 ist eine Anschlagfläche 14 ausgebildet, die mit einem Zapfen 15 zusammenwirkt, der hier das obere Ende der Innennadel 12 ist. Ebenso gut könnte der Zapfen 15 Teil des Steuerkolbens 13 und die Anschlagfläche 14 am oberen Ende der Innennadel 12 ausgebildet sein. Zwischen dem Zapfen 15, dessen Durchmesser kleiner als der der Innennadel ist, und der Innenwand der Hohl-nadel 10 ist eine Kammer 16 ausgebildet, die durch eine Querbohrung 17 der Hohl-nadel hindurch mit einem Steuerkanal 18 in Verbindung steht, der von einer nicht dargestellten und separat steuerbaren Steuerdruckquelle mit variablem Druck beaufschlagbar ist.

Am oberen Ende des Steuerkolbens 13 ist ein Kopf 22 größeren Durchmessers ausgebildet. Dieser weist an seiner Unterseite eine erste Anschlagsschulter 23 auf, die mit dem oberen Rand 24 der Hohl-nadel 10 zusammenwirkt. Auf dem oberen Rand 24 der Hohl-nadel 10 stützt sich auch ein erstes Druckstück 25 mit einem Teil seiner Bodenfläche 26 auf. Auf dieses wirkt eine erste Schließfeder 27 über einen Zentrierring 28. Der Hub des ersten Druckstückes 25 ist durch eine zweite Anschlagsschulter 29 des Düsenhalters 1 begrenzt. Zwischen dem oberen Rand 24 der Hohl-nadel 10 und der ersten Anschlagsschulter 23 des Kopfes 22 besteht bei geschlossenen Düsen-nadeln 10, 12 ein kleines Spiel 30 von beispielsweise 15% des Hubes der Hohl-nadel, auf dessen Wirkung später eingegangen wird.

Auf die Oberseite des Kopfes 22 wirkt über ein das erste Druckstück durchsetzendes zweites Druckstück 31 eine zweite Schließfeder 32. Der Hub des zweiten Druckstückes 31 ist durch einen zweiten Anschlag 33 begrenzt, dessen obere Querplatte 34 sich an einer Stützschar 35 des Düsenhalters 1 abstützt. Die erste Schließfeder 27 stemmt sich oben über einen Stützring 36 gegen den Düsenhalter 1. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist dieser Stützring 36 beispielsweise mit-

tels nur angedeuteter Verstell-schrauben 37 einstellbar. Diese Einstellmöglichkeit ist nur für das Justieren der Düse bei der Herstellung gedacht. Die Schließfedern sind in Fig. 1 aus Gründen der Darstellung nur verkürzt eingezeichnet.

In Fig. 2 ist die Düsenkuppe 6 in einer Ausführungsform für Motoren mit einem flachen Brennraum großen Durchmessers vergrößert dargestellt. Die Hohl-nadel 10 endet unten in einem Kegelstumpf 40, der in Ruhe auf den Sitzkegel 7 gepreßt wird. An den Kegelstumpf 40 schließt sich eine achsnormale Abschlußfläche 41 an. Der Sitzkegel 7 ist in der Nähe der Abschlußfläche 41 durch eine Eindrehung 42 unterbrochen, die mit der Abschlußfläche 41 der Hohl-nadel 10 und der Innennadel 12 eine Ringkammer 43 begrenzt. Von dieser gehen die oberen Spritzbohrungen 8 aus. Die Innennadel 12 ist in der Ringkammer 43 mit einer Schmalschulter 46 versehen, deren Durchmessersprung größenordnungsmäßig ein Zehntel des Durchmessers der Innennadel 12 ausmacht. Daran schließt sich dann eine Kegelspitze 45 an, die in Ruhe ebenfalls auf den Sitzkegel 7 gepreßt wird. Die unteren Spritzbohrungen 9 sind sitzgebohrt und gehen von der Sitzfläche der Kegelspitze 45 des Sitzkegels 7 aus. Der kleine Sack an der Spitze des Sitzkegels 7 ist bearbeitungsbedingt. Einbuchtungen 47 an der Außenseite der Spritzbohrungen 8, 9 gewährleisten einen sauberen Austritt des Strahles und ermöglichen eine Bemessung der Düsenkuppe 6 für besonders hohe Festigkeit.

Die Ausführungsform der Fig. 3 für Motoren mit einer Brennraummulde im Kolben unterscheidet sich davon nur dadurch, daß keine Ringkammer ausgebildet ist und daß die oberen Spritzbohrungen 8' ebenfalls sitzgebohrt sind, also bei geschlossener Hohl-nadel unter deren Kegelstumpffläche 40' enden. Das gestattet die Modulierung der durch diese Spritzbohrungen 8' austretenden Strahlen.

Die Arbeitsweise der erfindungsgemäßen Düse wird im Folgenden beschrieben, wobei die jeweiligen Stellungen durch Indizes voneinander unterschieden sind: Wenn, ausgehend von Fig. 1, die beide Düsen-nadeln 10, 12 in Ruhestellung zeigt, der Einspritzdruck ansteigt, hebt sich zuerst die Hohl-nadel 10 gegen den Druck nur der ersten Schließfeder 27, bis das Spiel 30 aufgebraucht ist. Die Innennadel 12 wird von der zweiten Schließfeder 32 über das zweite Druckstück 31 und den Steuerkolben 13, der auf ihr aufsitzt, niedergehalten. Ob und wann sie angehoben wird, hängt von dem in der Kammer 16 herrschenden Steuerdruck ab. Ist dieser sehr hoch, etwa bei Leerlauf, wird ihr Öffnungsdruck überhaupt nicht erreicht und sie bleibt während der gesamten Einspritzung geschlossen. Ist der Steuerdruck sehr nieder, bei Vollast, ist ihr Öffnungsdruck nur von der zweiten Schließfeder 32 bestimmt. Zwischen diesen beiden Extremen wird der Steuerdruck je nach Betriebspunkt variiert. Im folgenden wird der Ablauf für einen mittleren Steuerdruck entsprechend Teillast beschrieben.

In der in Fig. 4 gezeigten Stellung ist die Hohl-nadel 10 etwas geöffnet und das Spiel 30 ist aufgebraucht. Soll die Hohl-nadel 10 weiter öffnen, so muß nun auch die Kraft der zweiten Schließfeder 32 überwunden werden. Es wirkt jedoch auch eine größere Kraft auf die Hohl-nadel 10, da der Einspritzdruck jetzt auch auf deren Kegelstumpffläche 40 (Fig. 2 bzw. Fig. 3) wirkt.

Es hängt somit von der Abstimmung der beiden Schließfedern 27, 32 ab, wie lange die Hohl-nadel 10 in dieser Stellung bleibt. Bleibt sie lange genug, und ist durch Wahl des Steuerdruckes sichergestellt, daß sich

die Innennadel noch nicht hebt, so ist damit auch die Dauer einer ersten Phase bei modulierter Einspritzung festgelegt.

In Fig. 4 ist zu erkennen, daß die Hohl-nadel 10 mit ihrem Druckstück 24 ihren Hub dann noch fortsetzen kann, bis ihr Druckstück 25 die zweite Anschlag-schulter 29 erreicht. Die Innennadel 12 beginnt zu öffnen, sobald der auf die Schmalschulter 46 wirkende Einspritzdruck den in der Kammer 16 eingestellten Steuerdruck überwindet, was von der Bewegung der Hohl-nadel vollkom-men unabhängig ist.

Wenn diese beiden Bewegungen stattgefunden ha-ben, ist die in Fig. 5 gezeigte vollkommen geöffnete Stellung erreicht. In dieser ist der Hub der Hohl-nadel durch die zweite Anschlag-schulter 29 begrenzt. Die In-nennadel 12 hat die Anschlagfläche 14 erreicht, dann aber (bei sehr geringem Steuerdruck) noch den Steuer-kolben 13 und das zweite Druckstück 31 weiter bis in die gezeigte Stellung 312 geschoben, in der der Anschlag 33 erreicht ist.

Wenn nun der Einspritzdruck zusammenbricht, be-ginnt das Schließen der beiden Nadeln, das durch den eingestellten Steuerdruck in der Kammer 16 nicht be-hindert wird. Die Innennadel senkt sich unter dem Druck der zweiten Schließfeder 32, bis der Kopf 22 mit seiner Anschlag-schulter 23 den oberen Rand 24 der Hohl-nadel 10 erreicht hat. Ab dieser in Fig. 6 gezeigten Stellung kann die Hohl-nadel 10 die Innennadel 12 nicht mehr überholen. Dadurch ist sichergestellt, daß letztere zuerst und nur durch die Kraft der zweiten Schließfeder 32 den Sitz 7 erreicht. Der Aufschlag ist dadurch relativ sanft und wird außerdem noch durch den Brennstoff zwischen dem Kegel 45 und dem Sitz 7 gedämpft. Im Moment des Aufschlages befindet sich die Hohl-nadel 10 in dem durch das Spiel 30 bestimmten Abstand vom Sitz 7. In den so gebildeten Spalt wird der verdrängte Brennstoff geschleudert und verliert so seine Geschwindig-keit, wodurch die Kavitationsgefahr in seinem Nachlauf gebannt ist. Aber auch der Aufschlag der Hohl-nadel am Sitz 7 ist gedämpft: Die Hohl-nadel wird nur von einer Feder (der ersten Schließfeder 27), also mit weniger Kraft, abwärtsgedrückt. Weiterhin wird sie auch durch das Brennstoffpolster abgebremst, wobei insbesondere bei Vorhandensein der Ringkammer 43 durch die reduzierte Anzahl Spritzbohrungen, die von ihr ausgehen, noch eine zusätzliche Bremswirkung erzielt wird.

Es ist zu erkennen, daß durch die erfindungsgemäße Gestaltung einerseits ein sanfter und doch präzise re-produzierbarer Bewegungsablauf und andererseits ein sehr breiter Steuerbereich auf niederem Druckniveau erzielt wird, der eine Anpassung an das gesamte Motor-kennfeld erlaubt.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzdüse für Brennkraftmaschinen mit einem Düsenkörper (2), in dem eine von je einer Schließfeder belastete Hohl-nadel (10) und eine in deren Innerem geführte Innennadel (12) angeord-net sind, welche beide mit konischen Sitzflächen (7) in einer Düsenkuppe (6) des Düsenkörpers (2) zu-sammenwirken, wobei der Hohl-nadel (10) und der Innennadel (12) je eine Anzahl von Spritzbohrun-gen (8, 9; 8', 9') zugeordnet sind, und wobei in der Düse (1, 2) eine Steuervorrichtung vorgesehen ist, die unabhängig vom momentanen Einspritzdruck, aber in Abhängigkeit von der Lage des Betriebs-punktes im Motorkennfeld den Bewegungsablauf

der Düsen-nadeln (10, 12) beeinflußt, dadurch ge-kennzeichnet, daß

- a) in der Hohl-nadel (10) über der Innennadel (12) ein Steuerkolben (13) vorgesehen ist, der eine mit dem oberen Ende der Innennadel (12) zusammenwirkende Anschlagfläche (14) und eine mit der Hohl-nadel (10) zusammenwirken-de erste Anschlag-schulter (23) aufweist,
- b) in der Hohl-nadel (10) in der Umgebung der Anschlagfläche (14) eine mit einer Steuerflüs-sigkeit beaufschlagbare Kammer (16) ausge-bildet ist, und
- c) die Innennadel (12) mit einer sehr schmalen Druckschulter (46) versehen ist.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekenn-zeichnet, daß der Steuerkolben (13) einen Kopf (22) größeren Durchmessers aufweist, dessen Unter-seite die erste Anschlag-schulter (23) bildet, die mit dem oberen Rand (24) der Hohl-nadel (10) zusam-menwirkt und an dem von oben eine zweite Schließfeder (32) angreift.
3. Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekenn-zeichnet, daß zwischen der ersten Anschlag-schulter (23) und dem oberen Rand (24) der Hohl-nadel (10) ein kleines Spiel (30) besteht, wenn Hohl-nadel (10), Innennadel (12) und Steuerkolben (13) sich in Ruhe-stellung befinden.
4. Einspritzdüse nach Anspruch 3, dadurch gekenn-zeichnet, daß der Querschnitt der der Hohl-nadel (10) zugeordneten Spritzbohrungen (8) kleiner als der der der Innennadel (12) zugeordneten Spritz-bohrungen (9) ist und daß erstere Spritzbohrungen (8) von einem zwischen den Sitzflächen (7) von Hohl-nadel (10) und Innennadel (12) gebildeten Ringraum (43) ausgehen.
5. Einspritzdüse nach Anspruch 3, dadurch gekenn-zeichnet, daß die der Hohl-nadel (10') zugeordneten Spritzbohrungen (8') sitzgebohrt sind und daß die Schließfedern (27, 32) so bemessen sind, daß die Hohl-nadel (10) in der Stellung, in der das kleine Spiel (30) aufgebraucht ist, innehält.
6. Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekenn-zeichnet, daß die Schließfeder (27) der Hohl-nadel (10) sich im Düsenhalter (1) an einem einstellbaren Stützring (36) abstützt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

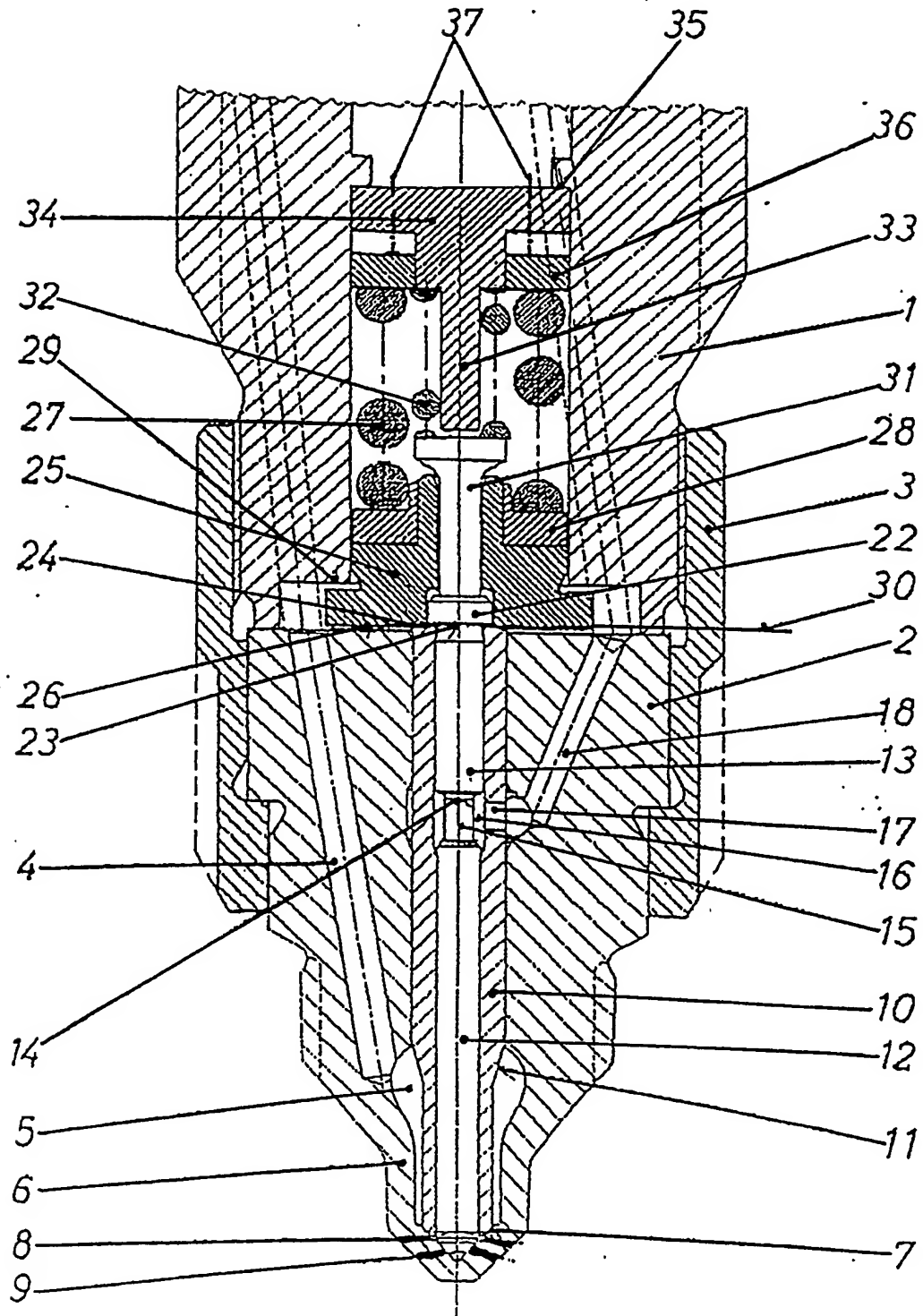


Fig. 1

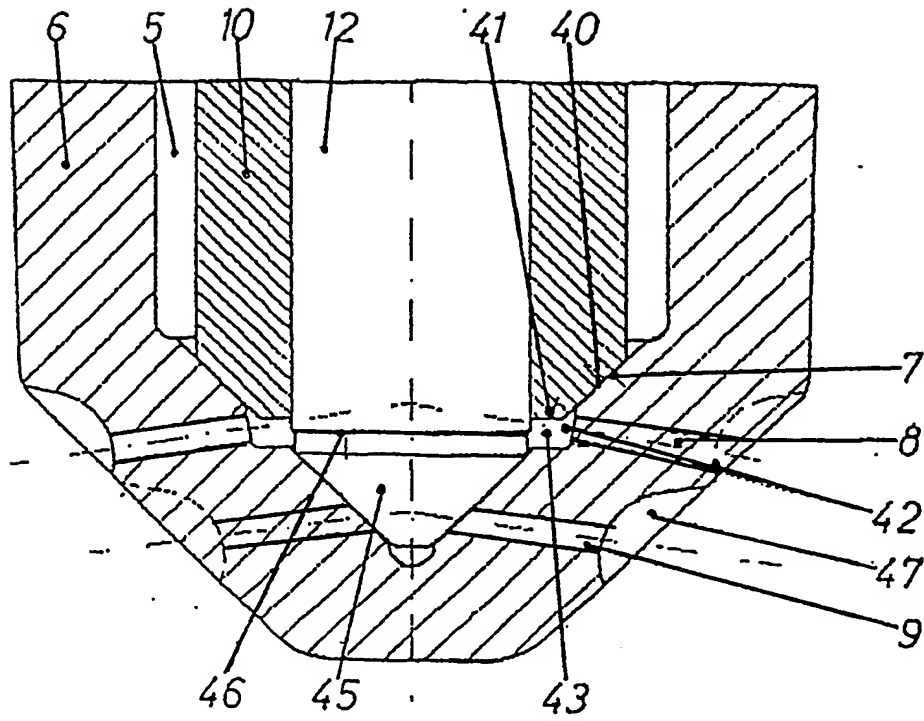


Fig. 2

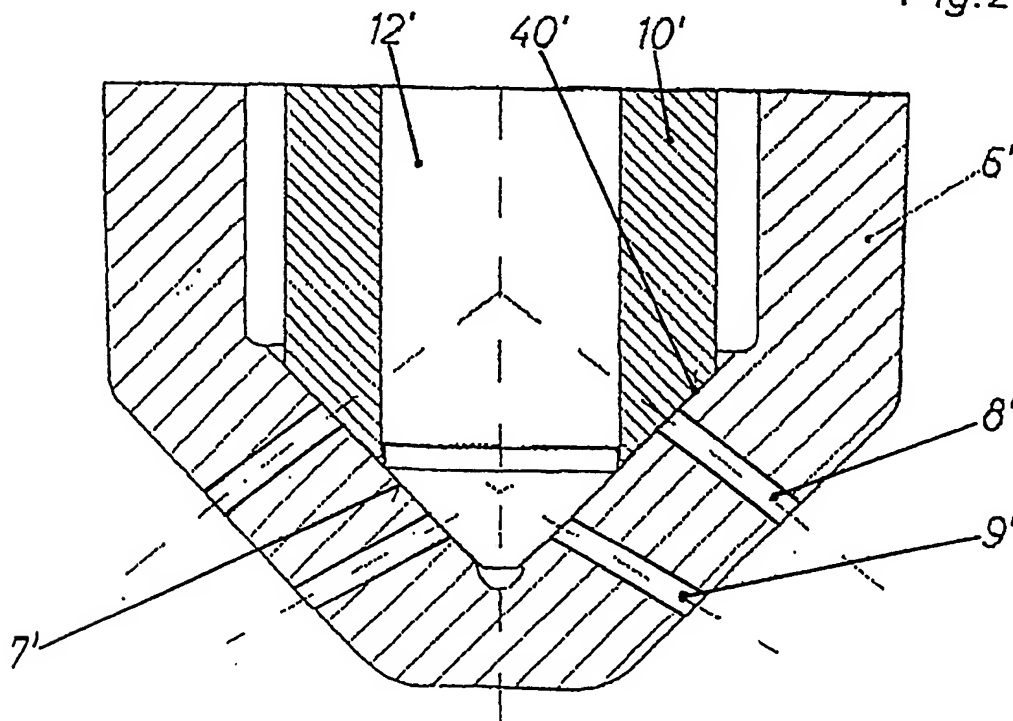


Fig. 3

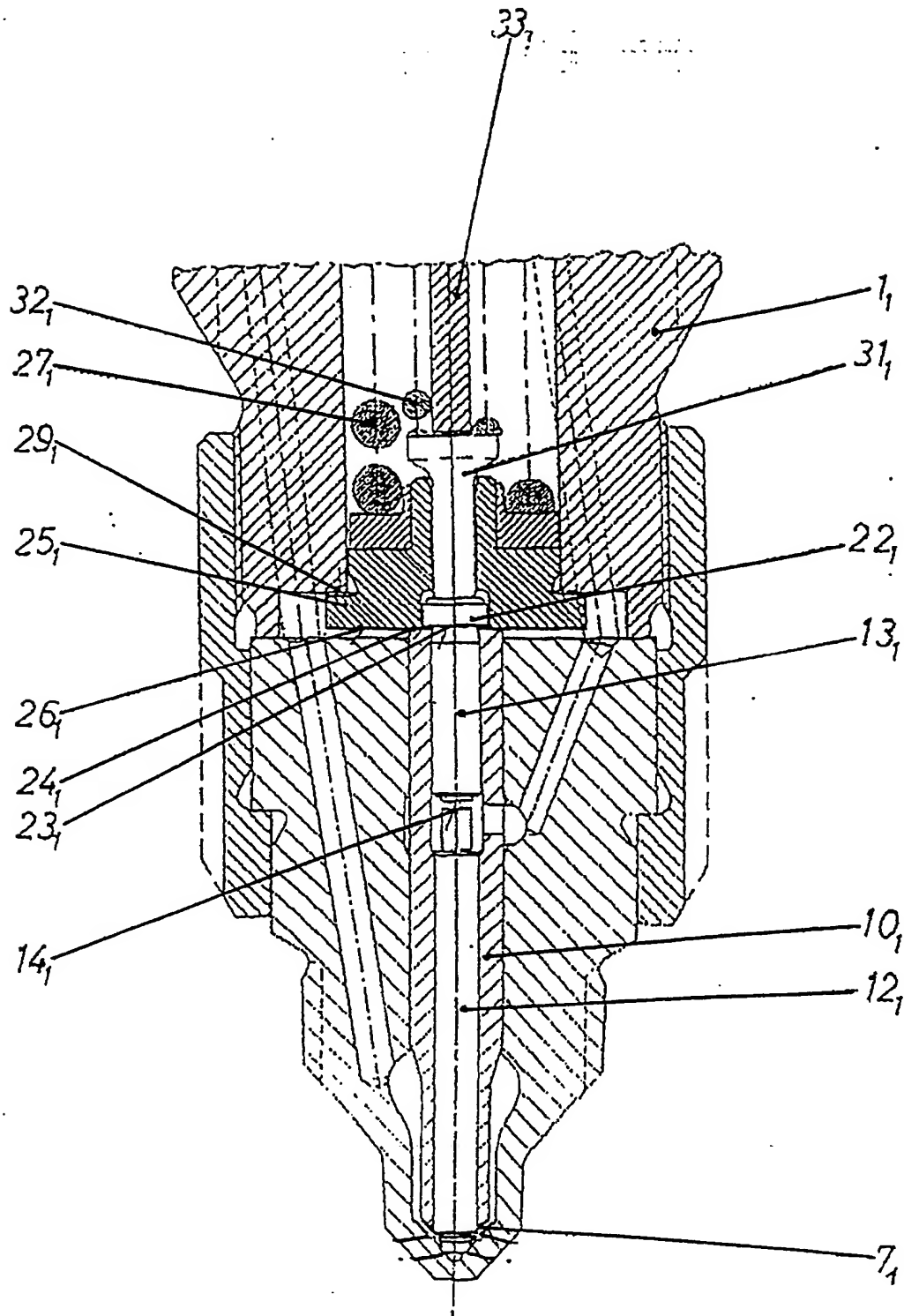


Fig. 4

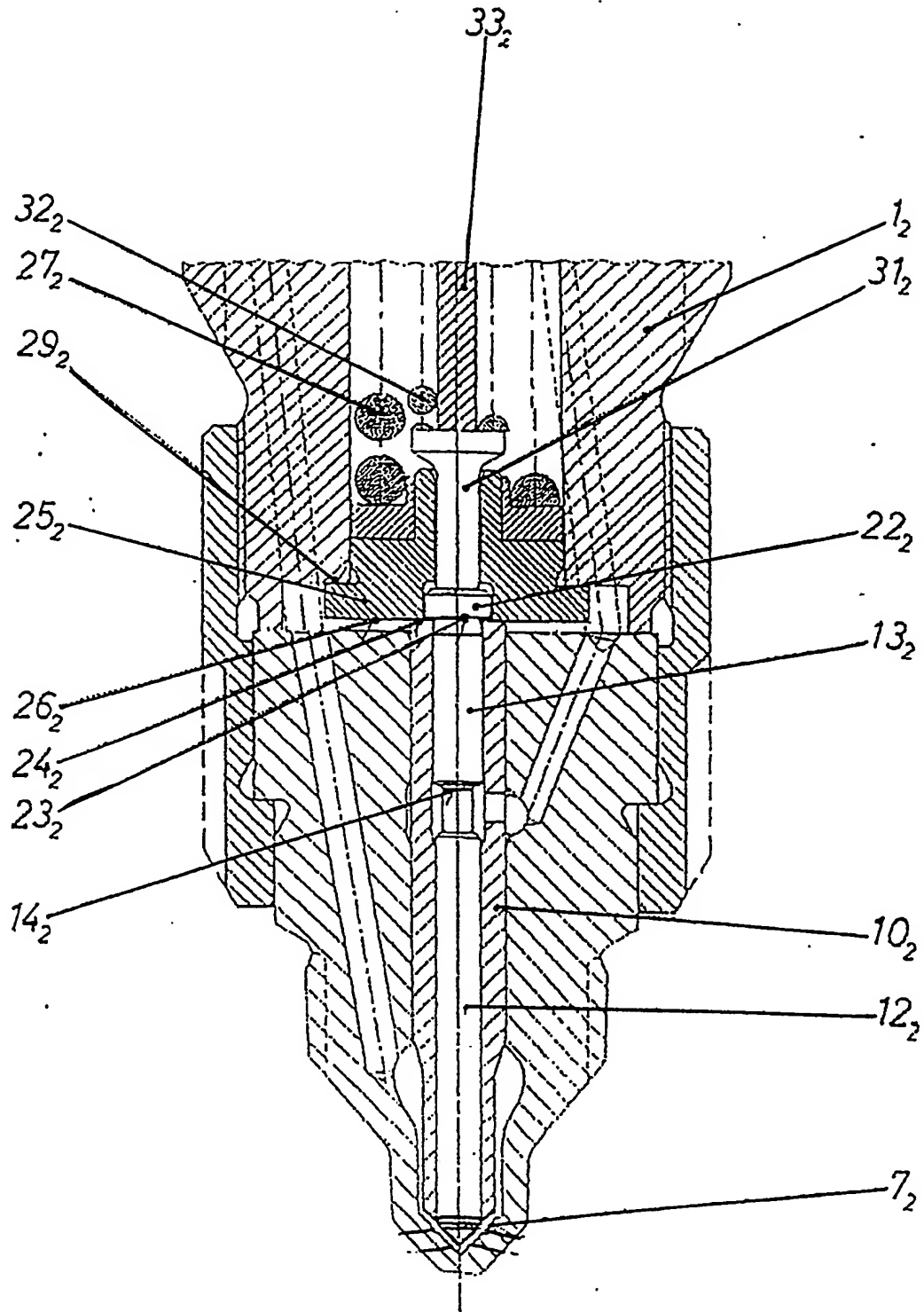


Fig. 5

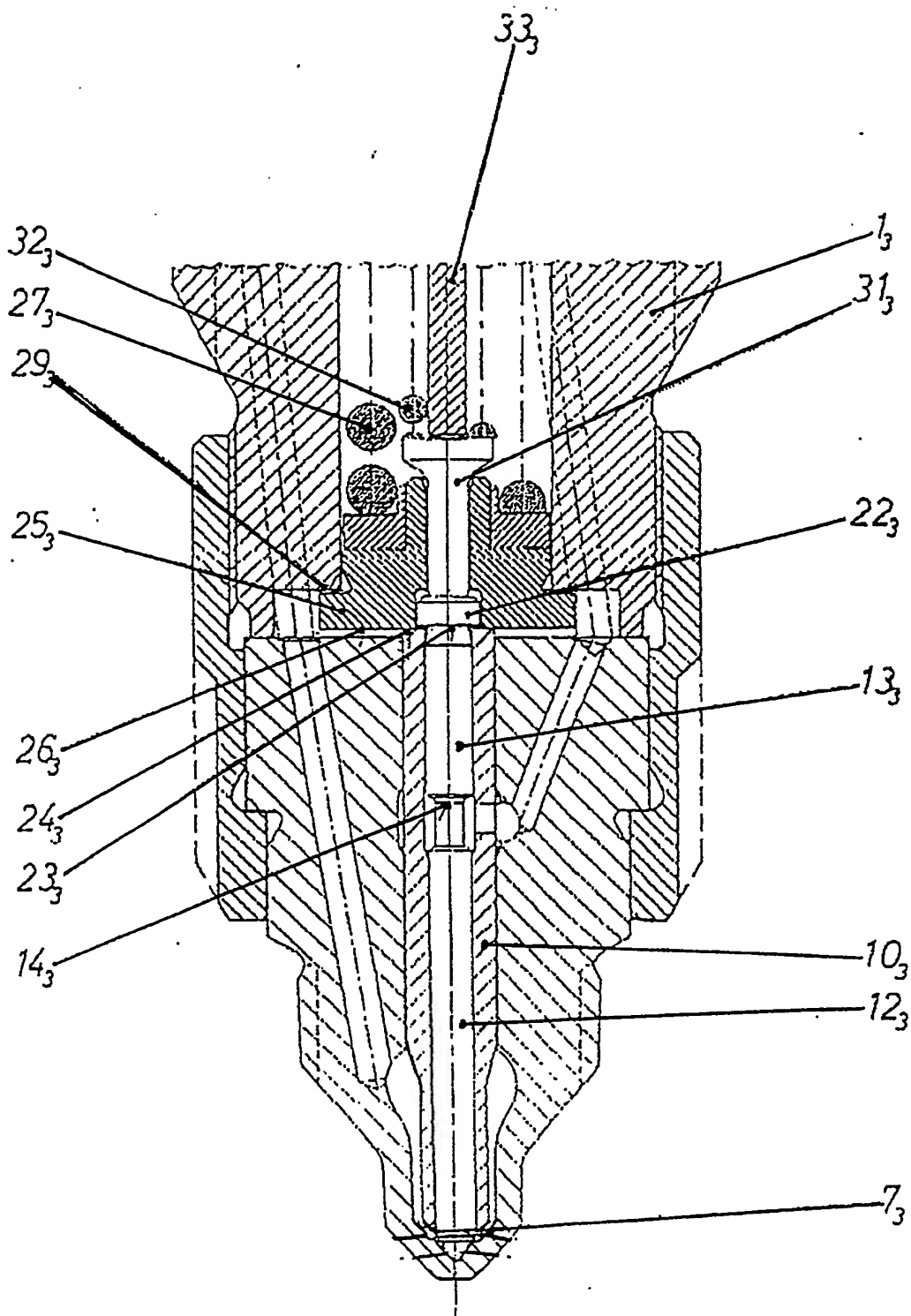


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.